COMUNE DI BORDIGHERA
REGIONE LIGURIA

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICA ED ECONOMICA DI AGGIORNAMENTO

del "progetto preliminare Regione Liguria luglio 2001 per la difesa e ripascimento delle spiagge tra Capo Mortola e Capo Sant'Ampelio

STRALCIO PER IL LITORALE DI BORDIGHERA

PARTE PRIMA CONOSCITIVA

RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE TOMO 2

- *Gli habitat marini dinanzi al litorale di Bordighera*
- *I rilievi topografici e batimetrici delle spiagge*
- *Le sezioni di spiaggia*
- *Le opere fisse di difesa*

5

data
Agosto 2019

	PRIMA STESURA	Luglio 2019

PROGETTO:

STUDIO SIRITO
Savona

Ing. Giorgio Sirito
Ing. Roberto Sirito
Geom. Vittorio Sirito

INDICE

GLI HABITAT MARINI DINANZI AL LITORALE DI BORDIGHERA (TAV.4) ---------- 1

I RILIEVI TOPOGRAFICI E BATIMETRICI DELLESPIAGGE---------- 3

LE SEZIONI DI SPIAGGIA ---------- 10

LE OPERE FISSE DI DIFESA ---------- 11

GLI HABITAT MARINI DINANZI AL LITORALE DI BORDIGHERA (Tav.4)

GLI HABITAT MARINI DINANZI AL LITORALE DI BORDIGHERA (Tav.4)

Gli habitat marini della Liguria sono stati studiati da Giovanni Diviacco e Stefano Coppo ed i risultati degli studi sono stati editi dalla Regione Liguria nel 2006 nel volume "Atlante degli habitat marini della Liguria", collana "cataloghi dei beni naturali".
L'Atlante contiene descrizione e cartografia delle praterie di Posidonia oceanica e dei principali popolamenti marini costieri in 83 "carte".
Per quanto riguarda i popolamenti prospicienti il litorale di Bordighera, *compreso fra il Rio Rattaconigli e Capo Sant'Ampelio*, questi sono brevemente descritti alla pagina 58 dell'Atlante, sotto il titolo "*Ventimiglia-Bordighera*", sottotitolo "*Prato di Cymodocea nodosa di Ventimiglia-Bordighera*". Si riporta qui di seguito integralmente:

PRATO DI *CYMODOCEA NODOSA* DI VENTIMIGLIA-BORDIGHERA

Poco prima della Rocca a Ventimiglia inizia un prato di *C. nodosa*, che si sviluppa con continuità davanti al litorale di Ventimiglia *e di Bordighera, per interrompersi praticamente davanti a Capo Sant'Ampelio*. La lunghezza totale è circa di 7 km e la superficie raggiunge i 228 ha. Il limite superiore si trova tra i 5 m e gli 8 m, mentre quello inferiore raggiunge e supera i 20 m. L'estensione del prato e la densità fogliare presentano una variabilità in relazione alle stagioni.

Per quanto riguarda il tratto di litorale ad Est di Capo Sant'Ampelio, località Arziglia, i popolamenti sono descritti alla pagina 60, sotto il titolo "*Capo Sant'Ampelio – Ospedaletti*", sottotitolo "*Prateria di Posidonia oceanica di Ospedaletti*":

Caratteristiche principali
Questa prateria, situata nell'area costiera compresa tra Punta di Migliarese ed il centro abitato di Ospedaletti, si può considerare appartenente ad una formazione molto più vasta, che raggiunge e supera il litorale di Sanremo. La porzione di Ospedaletti è a sua volta costituita da una piccola prateria occidentale, di fronte a Punta Migliarese, separata da quella principale orientale da una zona di sabbia e Cymodocea nodosa di circa 200 m.
La piccola prateria occidentale è lunga circa 600 m e larga al massimo 100 m. La superficie totale è di circa 2,3 ha. Il suo limite superiore è compreso tra 12 m e 14 m di profondità e quello inferiore è compreso i 16 m e i 18 m.

OMISSIS

Descrizione
La prateria si presenta attualmente molto frammentata e interrotta da numerosi canali e radure sabbiose, con una copertura che non supera il 70% nelle parti più rigogliose (BIANCHI e PEIRANO, 1995). La stessa separazione in due porzioni è probabilmente dovuta alla regressione di un'unica prateria originaria.
La parte più occidentale è molto sottile, con un'ampiezza compresa tra i 100 e i 150 m e si trova abbastanza lontano dalla costa (tra i 300 e i 400 m). Vicino ad essa, ad Ovest e a Sud, rimangono isole sparse di P. oceanica ed è segnalata anche la presenza di gradini di matte morta colonizzati da Cymodocea nodosa (IDRA, 1999), testimonianze di una distribuzione un tempo più vasta. *La regressione dovrebbe essere dovuta al fatto che questo tratto costiero è stato interessato in passato dalla realizzazione del porto turistico di Bordighera e del campo sportivo di Arziglia, quest'ultimo mediante realizzazione di una grande discarica a mare.*

OMISSIS

Il degrado di questa prateria sembrerebbe pertanto legato soprattutto agli effetti delle discariche di Ospedaletti *e del campo sportivo di Arziglia*, che per diversi anni hanno continuato a riversare materiale fine in mare, provocando sia il soffocamento meccanico delle piante di P. oceanica nei pressi del limite superiore, sia l'aumento della torbidità, e quindi la penetrazione della luce, in tutta l'area antistante.

PRATO DI CYMODOCEA NODOSA DI ARZIGLIA

Tra Capo Sant'Ampelio e Punta di Migliarese è presente un prato di *C. nodosa* lungo poco meno di 2 km e con un'estensione di circa 36 ha. Il limite superiore è situato a circa 5 m e quello inferiore si spinge fino a poco più di 20 m. Il prato circonda parzialmente la piccola prateria di *P. oceanica* antistante Punta di Migliarese e si prolunga in una lingua sottile e molto digitata, la quale a sua volta si unisce alla parte più grande e settentrionale del posidonieto di Ospedaletti. All'interno del prato si trovano macchie sparse di *P. oceanica*, zone con gradini di matte morta (IDRA, 1999a) e, tra il porto e il campo sportivo, popolamenti misti con Caulerpa taxifolia (GARIBALDI e BAVA, 1999; IDRA, 1999a).

L'area dell'Arziglia è sfiorata alla sua estremità di Levante dal subsito A e B del SIC marino IT 1316274 (Fondali S.Remo-Arziglia) in fondali compresi fra i 10 ed i 20 metri di profondità.

Le Tavole 3 (Bordighera) e 4 (Arziglia) dell'Atlante sono riportate alla **Tavola grafica N°4** del presente progetto.

Da detti documenti risulta che le spiagge di Bordighera non sono interessate dalla vicinanza di praterie di posidonie.

Tutte le spiagge di Bordighera sono invece affacciate verso un prato di Cymodocea nodosa, il cui limite superiore si trova approssimativamente a 10 metri di profondità, per quanto riguarda la grande spiaggia a Ponente di Capo Sant'Ampelio e 5 metri dinanzi all'Arziglia (vedi **Tav.4**)

I RILIEVI TOPOGRAFICI E BATIMETRICI DELLE SPIAGGE

I RILIEVI TOPOGRAFICI E BATIMETRICI DELLESPIAGGE

Rilievo topografico e inquadramento cartografico

Il rilievo costiero della spiaggia emersa e della battigia, nonché il rilievo batimetrico sottocosta fino al fondale di circa m.10 sono stati effettuati nel mese di Febbraio 2019.
Il rilievo topografico a terra si è avvalso come base cartografica del C.T.R. sc.1:5.000 da noi aggiornato con rilievo del lungomare.
Il rilievo è stato riferito altimetricamente alla rete geodetica dell'I.G.M., grazie all'utilizzo del caposaldo costituito dalla borchia su mensola collocata sulla facciata della stazione ferroviaria. (monografia **00GF#_###_108#)**
Il rilievo topografico ha interessato oltreché la spiaggia emersa, i manufatti ubicati alla radice quali le piattaforme in calcestruzzo delle cabine e delle rotonde degli stabilimenti balneari, e le pedane in legno amovibili, nonché l'area di copertura degli stabilimenti balneari stessi.

I transetti di rilievo della spiaggia emersa e della scarpata sommersa sono stati posizionati secondo le necessità computazionali dei ripascimenti di progetto.

Il rilievo topografico è stato realizzato con l'utilizzo di un ricevitore GPS Geomax Zenith 10 utilizzato in modalità RTK , collegato alla rete GNSS di ITALPOS. Il

Rilievo batimetrico

Il rilievo Single Beam è stato eseguito con un trasduttore monofascio a singoli impulsi; per ottenere una idonea copertura ai fini di un processing accurato, i punti sono stati acquisiti lungo rotte di navigazione con interasse di circa 50 m e con direzione Sud - Nord. (ortogonali alla costa).
Le operazioni di rilievo al piede delle massicciate e nelle zone difficoltose caratterizzate dalla presenza di opere di difesa sono state effettuate mediante navigazione a vista.
Di seguito si riporta il piano di navigazione assunto nelle operazioni di rilievo che hanno portato all'acquisizione di 6384 punti **(Figura 1).**

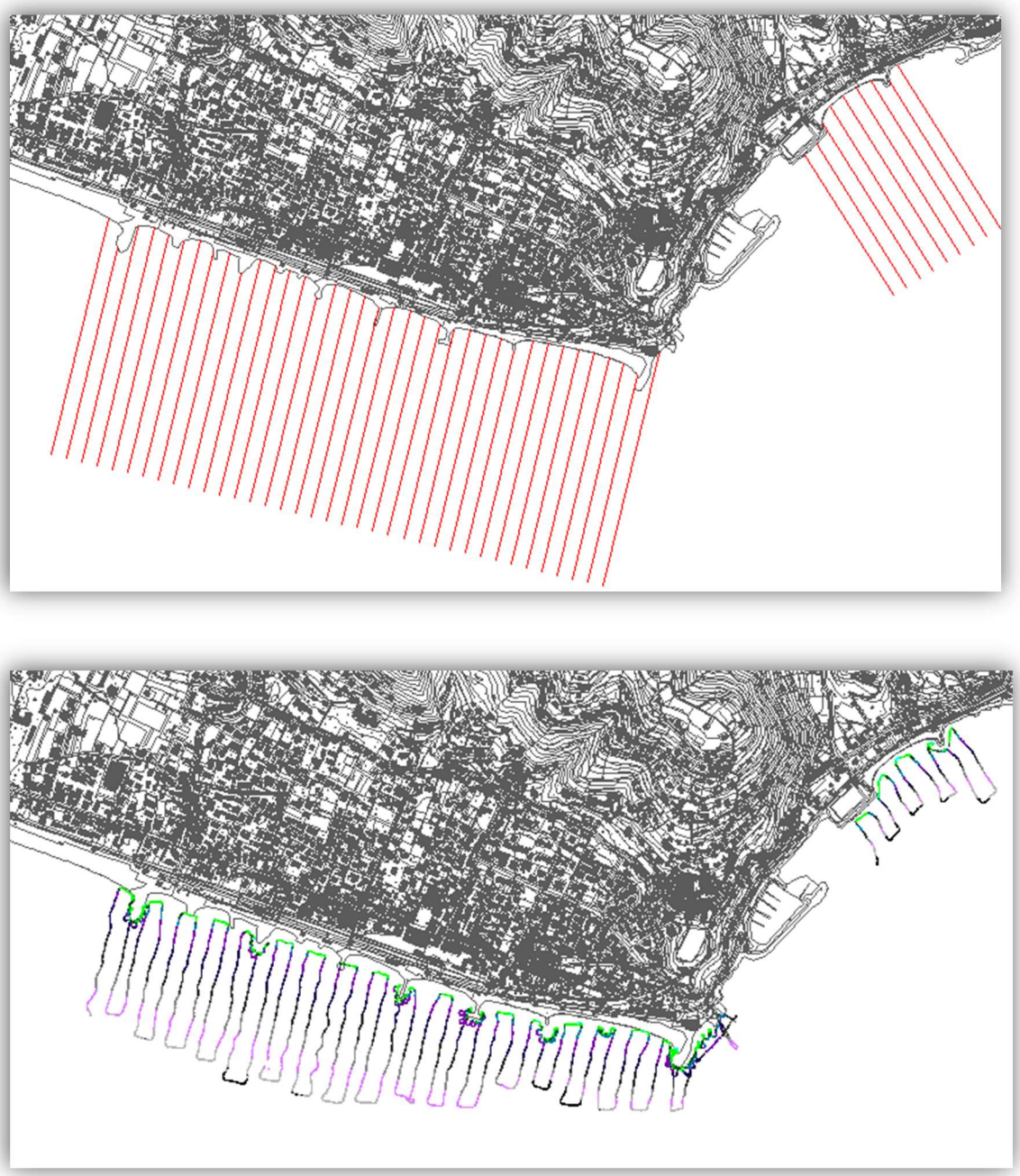


Fig. 1 – Piano di navigazione e punti acquisiti.

Il rilievo è stato eseguito utilizzando, nella fase di acquisizione, i seguenti parametri geodetici (Tabella 1):

Datum:	*WGS 84*
Proiezione:	*U.T.M. – Fuso 32*
Meridiano Centrale:	*15°00'00"*
Falsa Origine:	*0.0000 metri*
Coefficiente di riduzione delle coordinate	*0.9996*

Tabella 1 - Datum orizzontale di acquisizione.

Per esigenze di conformità con i rilievi Topografici e' stata inoltre effettuata una restituzione dei dati (in formato digitale) con riferimento ad un sistema geodetico locale mediante rettifica su caposaldo materializzato.

Datum Verticale - Relativamente al Datum verticale il dato batimetrico è stato corretto utilizzando la quota ellissoidica fornita dal GPS rettificata mediante allacciamento alla medesima rete geodetica locale materializzata.

Strumentazione per rilievo il batimetrico

Per il rilievo singlebeam è stato utilizzato un natante appositamente attrezzato con ***GPS-LEIKA*** utilizzato in modalità RTK ed ecoscandaglio di precisione ***G-ECO di Geocoste*** (**FIGURA 2**). L'ecoscandaglio utilizzato è di tipo idrografico con una precisione di 1-2 cm. La frequenza adottata è di 200 KHz; un buon compromesso per garantire una rilievo accurato del fondale con poca interferenza della colonna d'acqua. Il cono di emissione dello strumento è di 9° per garantire una elevata risoluzione geometrica. Per garantire la congruenza tra misure di profondità e planimetriche l'ecoscandaglio è stato posizionato in asse al ricevitore per la posizione planimetrica.
Per il posizionamento e' stata utilizzato un GPS differenziale a doppia frequenza (L1 - L2) con registrazione di codice e di fase e modalità ***RTK "on the fly" modello Leica System 1200*** con radio modem collegato alla stazione permanente Italpos (***www.italpos.it.***)
Questa strumentazione garantisce una precisione, se opportunamente utilizzata, estremamente elevata (10mm + 2ppm rms in tempo reale e 3mm + 0.5ppm rms in modalità statica) (Figura 2).



Fig.2 – Strumentazione utilizzata.

E' stato utilizzato un software di produzone ***Geocoste Snc (Nettuno 2)*** che gestisce l'acquisizione contemporanea dei dati provenienti dall'ecoscandaglio e dal sistema di posizionamento, il GPS sopra menzionato in questo caso secondo le frequenze di arrivo prestabilite.

Il software è compatibile con il formato prioritaro della Leica per l'acquisizione in tempo reale delle coordinate planimetriche e della quota provenienti dal GPS e già trasformate nel sistema di riferimento adottato (***UTM 32*** per questo lavoro). Con questo software la navigazione può avvenire in modo libero oppure vincolato a percorsi predefiniti (sezioni) come in questo caso, e l'acquisizione dei punti automaticamente assoggettata ai filtri scelti: acquisizione a tempo, a distanza, con controllo dell'operatore e, nel caso di sezioni, entro una fascia definita nell'intorno della sezione stessa. Queste modalità lasciano all'operatore la concentrazione necessaria a pilotare l'imbarcazione sui percorsi scelti, mentre il programma agisce autonomamente. E' ad esempio possibile visionare lo scostamento in metri rispetto alla rotta prefissata, la distanza progressiva, l'angolo di rotta e la velocità dell'imbarcazione (Figura 3).

Il rilievo è stato eseguito con mare completamente calmo ed in assenza di vento. Le sezioni di scandagliamento sono state effettuate con imbarcazione che si muoveva a velocità costante e bassa lungo le rotte prefissate. Ad inizio e fine rilievo si è proceduto alla taratura dell'ecoscandaglio. La regolazione della velocità strumentale in base

alla velocità degli ultrasuoni in acqua è stata effettuata tramite il metodo del "Bar Check" (misurazione della profondità di immersione di una barra o disco metallico calato al di sotto del trasduttore e sospeso ad un cavo graduato in decimetri).
Le misurazioni sono state effettuate a varie profondità (-1, -3). Un ulteriore controllo è derivato dalla misura diretta del fondale con palina graduata. Si è quindi corretto digitalmente sul software di navigazione l'eventuale errore.
Il sistema utilizzato è un sistema di acquisizione dati automatico-digitale, con posizionamento del natante in tempo reale tramite tecnologia GPS con correzione delle coordinate via radio modem e GSM. Tale sistema permette di realizzare il rilievo delle linee senza dover materializzare alcun allineamento oppure porsi sulla testa della sezione e di avere una correzione istantanea della quote.
Il GPS di bordo trasmette in tempo reale, frequenza di acquisizione di 0.2 secondi, le coordinate (Est, Nord e quota IGM) al software di navigazione.
L'operatore sul natante dirige l'imbarcazione seguendo le indicazioni sul video del calcolatore, ove è indicata la retta che rappresenta la linea teorica da rilevare e la posizione attuale del natante. Una volta portata l'imbarcazione in allineamento con la sezione da rilevare, l'operatore segue con maggior precisione possibile la linea di progetto visualizzata, iniziando l'acquisizione dei dati. Sono inoltre visibili il fuori-rotta, la velocità in nodi, l'angolo di governo, la distanza dall'inizio e dal fine rotta, il numero di evento e altri valori utili per il rilievo.
Questa tecnologia offre notevoli vantaggi; calcolando infatti il GPS, oltre che le coordinate planimetriche, anche la quota assoluta del trasduttore in tempo reale e con precisione centimetrica, diventa possibile, in abbinamento con i dati provenienti dall'ecoscandaglio, correggere automaticamente tutte le oscillazioni della superficie marina (marea, onde, sovralzo dovuto alla massa d'acqua spinta dal vento) durante il rilievo batimetrico.
Per questo anche l'immersione dell'ecoscandaglio dal pelo dell'acqua, -0.30 m durante l'intero rilievo, è stata precedentemente impostata e automaticamente corretta.
Con questa metodologia, come visto, non occorre operare le correzioni di marea e di pressione atmosferica per la riduzione a livello mare a posteriori, in più tutte le oscillazioni verticali vengono automaticamente prese in considerazione.
Avendo eseguito il rilievo direttamente in formato digitale tutti i dati sono stati registrati sul disco magnetico come una strisciata digitale in codice "ascii" secondo il formato caratteristico del programma. Il file contiene per ogni punto, le coordinate planimetriche WGS84-UTM32 e *la profondità del fondo riferita allo zero assoluto.*

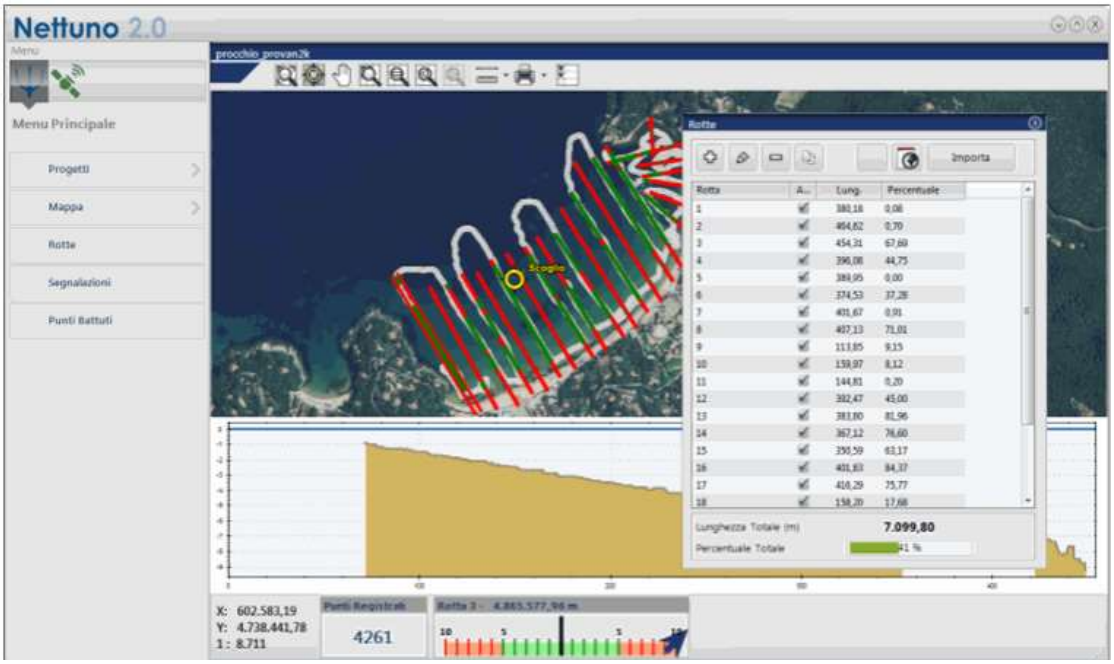


Fig.3 – Software Nettuno 2.0.

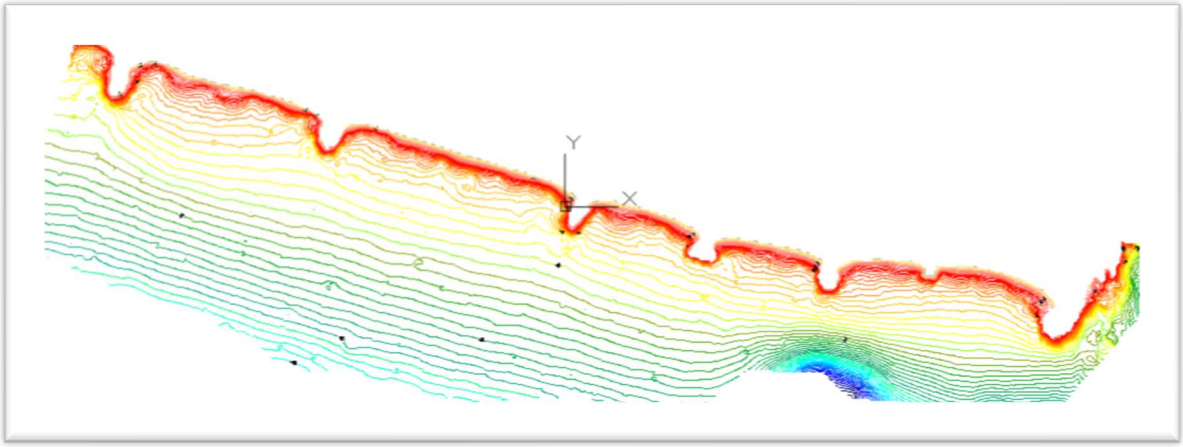
RESTITUZIONE

Elaborazione dati Single Beam

I dati acquisiti dopo essere stati puliti da tutti gli spikes sono stati interpolati per creare grid a maglia 5m X 5m.
Tale DTM è stato a questo punto ricomputato per la creazione di isobate con interspazio di 0.25 m, 0.5 m e 1 m.
Per l'elaborazione, la pulizia dei dati e l'elaborazione di DTM e isobate sono stati utilizzati i software Nettuno 2.0, Surfer 12.0. ed AutoCAD per la restituzione finale (Figura 4).

I rilievi sono stati restituiti nelle **Tavole** in scala 1:1.000 **N°6** (Arziglia), **N°7** (da Capo Sant'Ampelio al Kursaal) e **N°8** (dal Kursaal al Rio Rattaconigli).
Si è infine redatta la planimetria di insieme da Capo Sant'Ampelio al Rio Rattaconigli in scala 1:2.000 (**Tavola 5**)

Oltre alla spiaggia ed ai fondali si è pure provveduto al rilievo subacqueo della scarpata in scogliera dei moli e pennelli per quanto consentito avvicinarsi dai massi sparpagliati sul fondale.



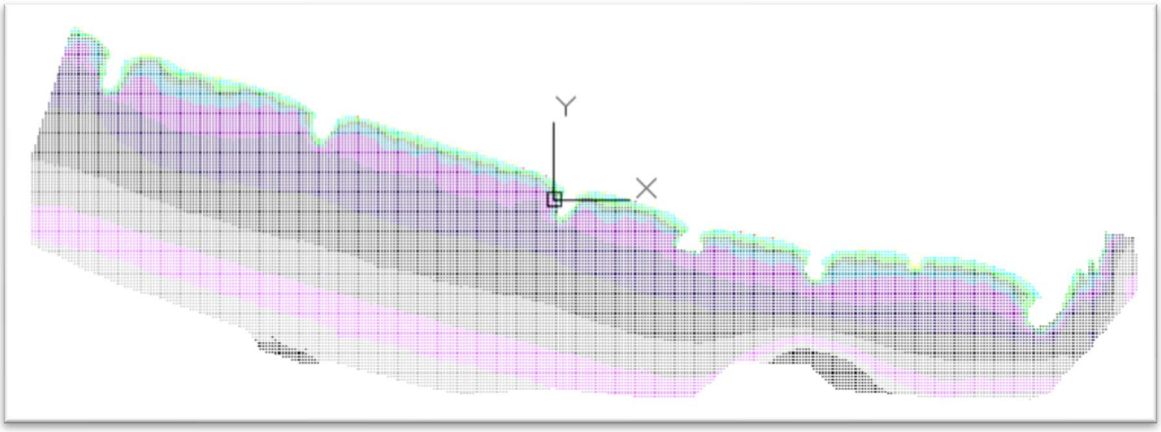


Fig.4 – Isobate e DTM restituiti

LE SEZIONI DI SPIAGGIA

LE SEZIONI DI SPIAGGIA

Le sezioni di spiaggia, ricavate dalle planimetrie di rilievo sono state restituite in scala 1:500:

Tavola 11: dalla Sezione 1 alla Sezione 3, corrispondenti alla spiaggia dell'Arziglia.
Tavola 12: dalla Sez.4 alla Sez.11, corrispondenti alla tratta da Capo Sant'Ampelio al Marina Beach.
Tavola 13: dalla Sez.12 alla Sez.23, corrispondenti alla tratta dal Marina Beach al San Marco.
Tavola 14: dalla Sez.24 alla Sez.35, corrispondenti alla tratta dal San Marco al Rio Rattaconigli.

Ai fini computazionali in ogni cella sono state effettuate sezioni adiacenti ai moli, integrate da sezioni intermedie in numero variabile a seconda della lunghezza della cella.

Pendenze della spiaggia emersa e della scarpata sommersa

Dalle sezioni, elaborate in scala 1:500, si è ricavata la seguente tabella delle pendenze di spiaggia:

Spiaggia dell'Arziglia		
Sezione	Spiaggia emersa	Scarpata sommersa
N° 1	18%	6%
N° 2	19%	6%
N° 3	15%	6%
N° 4	9%	6%
N° 5	5%	10%
Spiaggia da Capo S.Ampelio al Rio Rattaconigli		
Sezione	Spiaggia emersa	Scarpata sommersa
Cella da Capo S.Ampelio al pennello Corallo/New Paloma		
N° 1	8%	11%
N° 2	10%	10%
N° 3	12%	11%
N° 4	8%	16%
N° 5	10 %	14%
N° 6	8%	11%
N° 7	7%	13%
Cella dal pennello Corallo/New Paloma al pennello Marina Beach		
N° 8	5%	7%
N° 9	8%	14%
N° 10	7%	18%
N° 11	10%	15%
Cella dal pennello Marina Beach al pennello Kursaal		
N° 12	6%	10%
N° 13	9%	14%
N° 14	10%	14%
N° 15	11%	10%
Cella dal pennello Kursaal al pennello San Marco Beach		
N° 16	8%	24%
N° 17	13%	18%
N° 18	10%	22%
N° 19	10%	15%
N° 20	10%	21%
N° 21	12%	18%
N° 22	8%	20%
N° 23	7,4%	19,4%
Cella dal pennello San Marco Beach al pennello del depuratore		
N° 24	12%	25%
N° 25	9%	17%
N° 26	8%	18%
N° 27	7%	11%
N° 28	6%	182%
N° 29	8%	102%
N° 30	10%	19%
Cella dal pennello del depuratore al Rio Rattaconigli		
N° 31	9%	17%
N° 32	10%	20%
N° 33	7%	20%
N° 34	9%	18%
N° 35	12%	13%

Tabella 1 - Pendenze medie di spiaggia

LE OPERE FISSE DI DIFESA

LE OPERE FISSE DI DIFESA

1 – IL LITORALE DELL'ARZIGLIA

Il litorale dell'Arziglia non ha opere fisse di cui ci si debba occupare, in quanto che le due scogliere che delimitano questa spiaggia sono inamovibili ed il loro eventuale ritocco non rientra a ns. parere nel merito dell'eventuale ripascimento che può essere fatto senza toccarle (scogliere dello stabilimento balneare La Capannina e scogliera del Campo Sportivo).

2 – IL LITORALE DA CAPO SANT'AMPELIO AL RIO RATTACONIGLI

Questo litorale è interessato da sei pennelli, tutti esclusivamente in scogliera di massi naturali:

1. Il pennello terminale di Levante, a Capo Ampelio ("*molo di Capo Sant'Ampelio*"), che funge da "spalla" sottoflutto di tutto il sistema di spiagge di Bordighera
2. La secca semiaffiorante "Corallo/New Paloma".
3. Il pennello a T "Marina Beach".
4. Il pennello del "Kursaal".
5. Il pennello "San Marco".
6. Il pennello del Depuratore.

Tutti i pennelli sono stati rilevati nel Febbraio 2019, con l'impiego di un drone DJI SPARK COMBO alleggerito, equipaggiato con fotocamera da 12 MP. Le fotografie zenitali riprese dal drone sono state elaborate con le funzioni "nuvola di punti" del programma Vector Works 2019 della Nemetschek, generando così una nuvola di punti, un modello 3D dei pennelli ed una ortofoto. Grazie a questi tre elaborati sono stati ricavate le planimetrie quotate in scala 1:500

Alle tavole da 15 a 20 sono riportati sia la fotografia quotata sia la planimetria quotata con la nuvola di punti.

Si è ottenuto così il rilievo topografico della parte emersa dei manufatti ed anche un'idea dei massi sparpagliati sul fondale, però non molto nitida per via del mare non completamente calmo.

- ***Il molo Sant'Ampelio (Tav.15)*** ha la scarpata della fiancata di Levante danneggiata in alcune zone e la testata semidemolita dalla mareggiata del 29/30 Ottobre 2018.
  Per questo molo è già stato redatto ed è in corso di appalto, un progetto esecutivo di manutenzione straordinaria.
- ***La secca semiaffiorante "Corallo/New Paloma" (Tav.16)*** era, all'atto del rilievo quasi interamente sommersa, come da progetto, per cui nel disegno di rilievo quasi tutta l'area è segnata dall'indicazione "massi semiaffioranti inaccessibili".
- ***Il pennello a T "Marina Beach" (Tav.17)*** si presentava notevolmente demolito dalle mareggiate che hanno quasi distaccato il martello della T dalla sua "coda" e necessita di una manutenzione totale per la quale possono essere salpati i massi sparpagliati sul fondale, visibili nella foto zenitale, integrandoli con nuovi massi di 3° categoria.
- ***Il pennello del "Kursaal" (Tav.18)*** è coperto dalla sabbia che lo scavalca per la sua parte al retro, mentre tutta la parte in mare è ampiamente danneggiata, come mostra

la foro aerea zenitale della parte emersa, mentre la parte immersa è invisibile per torbidità da mareggiata.

- ***Il pennello "San Marco Beach" (Tav.19)*** è quasi completamente coperto di sabbia che lo scavalca, è molto danneggiato in punta e costituito da molti massi di piccole dimensioni
- ***Il pennello del depuratore (Tav.20)*** è quello in migliore stato per la parte emersa, benchè la sua scarpata a mare presenti molti massi piccoli a chiudere i vuoti fra i massi maggiori. La spiegazione della sua buona capacità di resistenza alle mareggiate è data dalla presenza, antistante, della secca sommersa costruita successivamente, in occasione del grande ripascimento strutturale, che all'atto del rilievo era interamente sommerso.

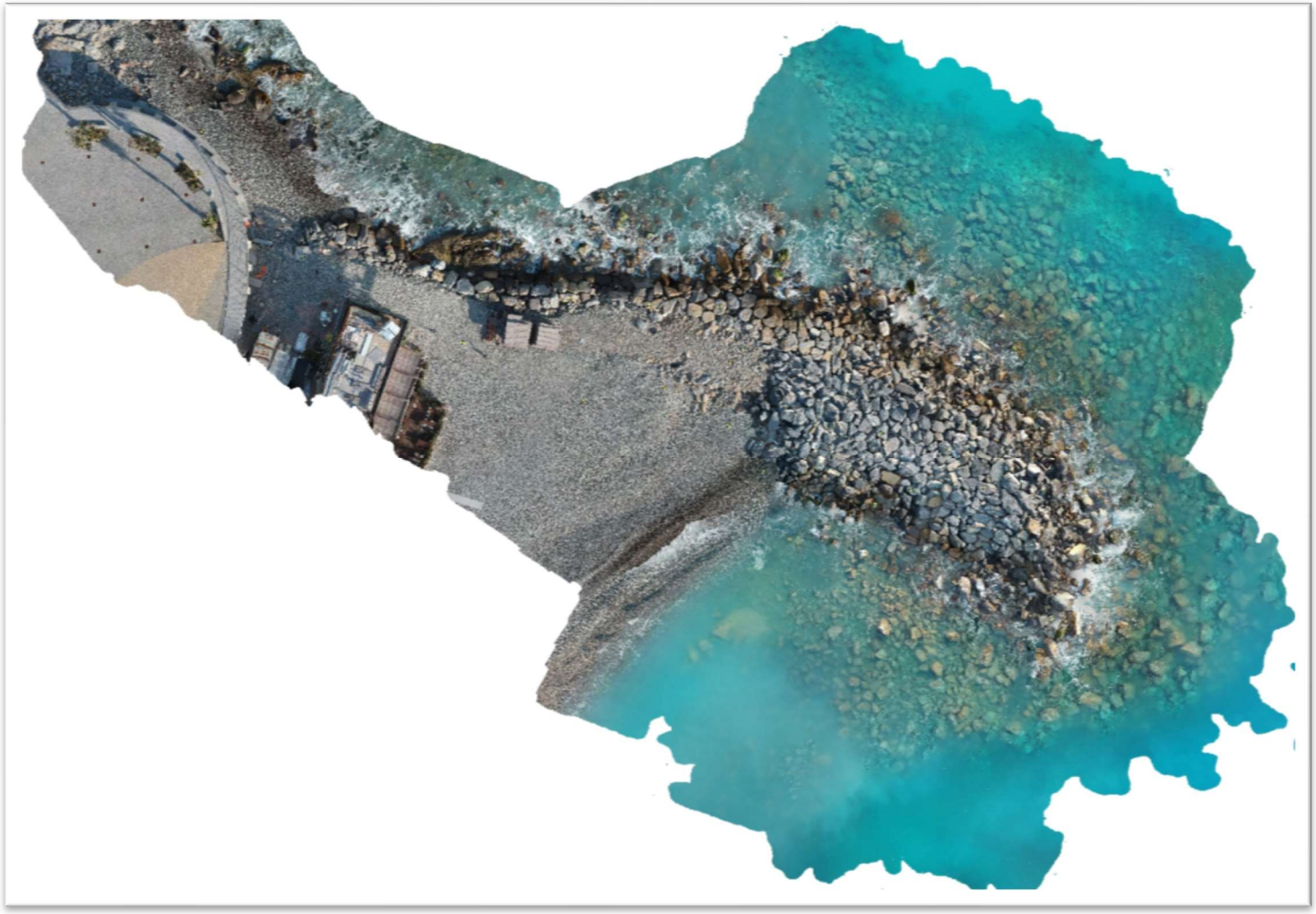


FIGURA 1: Ortofoto molo di Sant'Ampelio

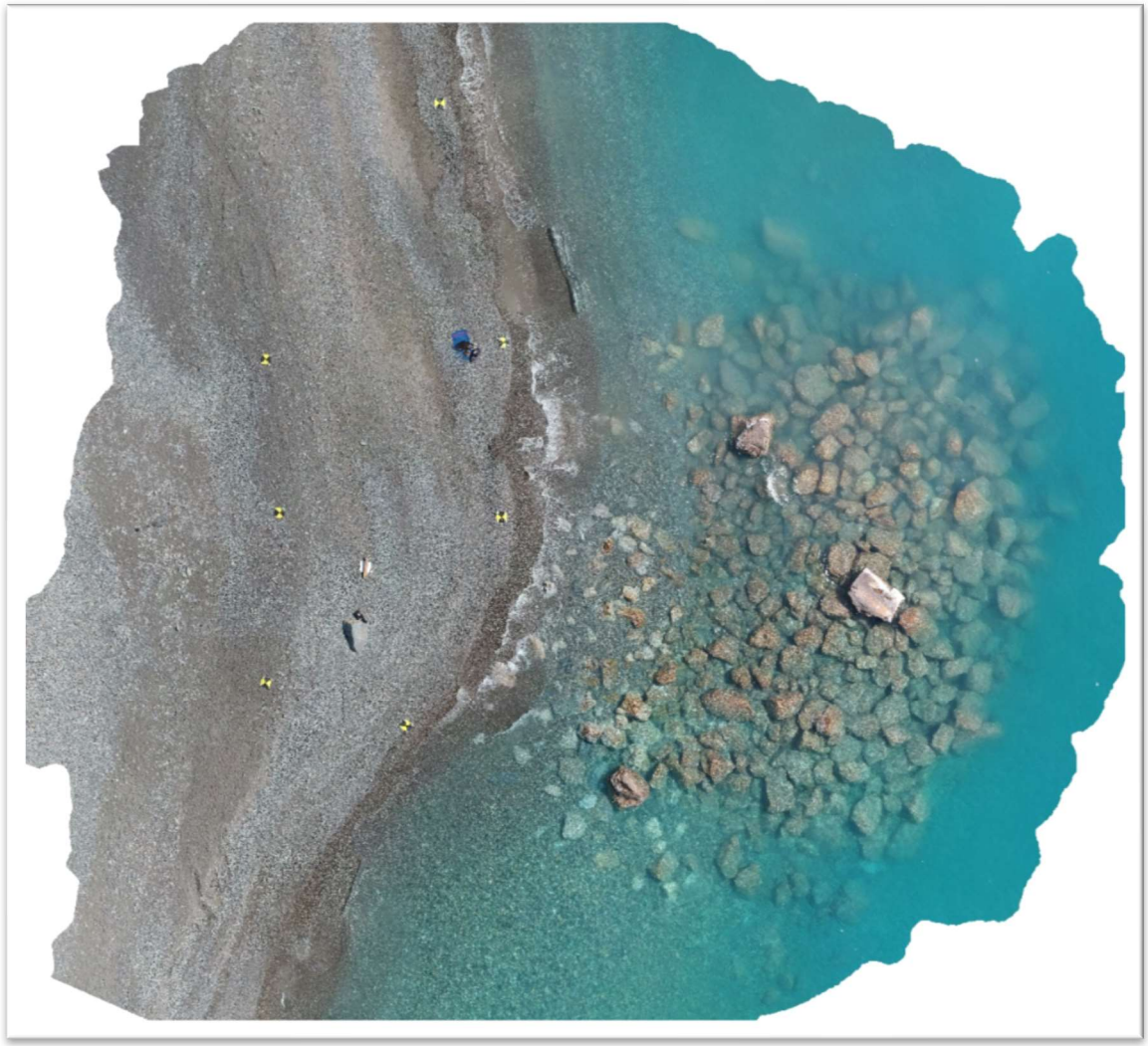


Figura 2: Ortofoto: isola sommersa “Lido”

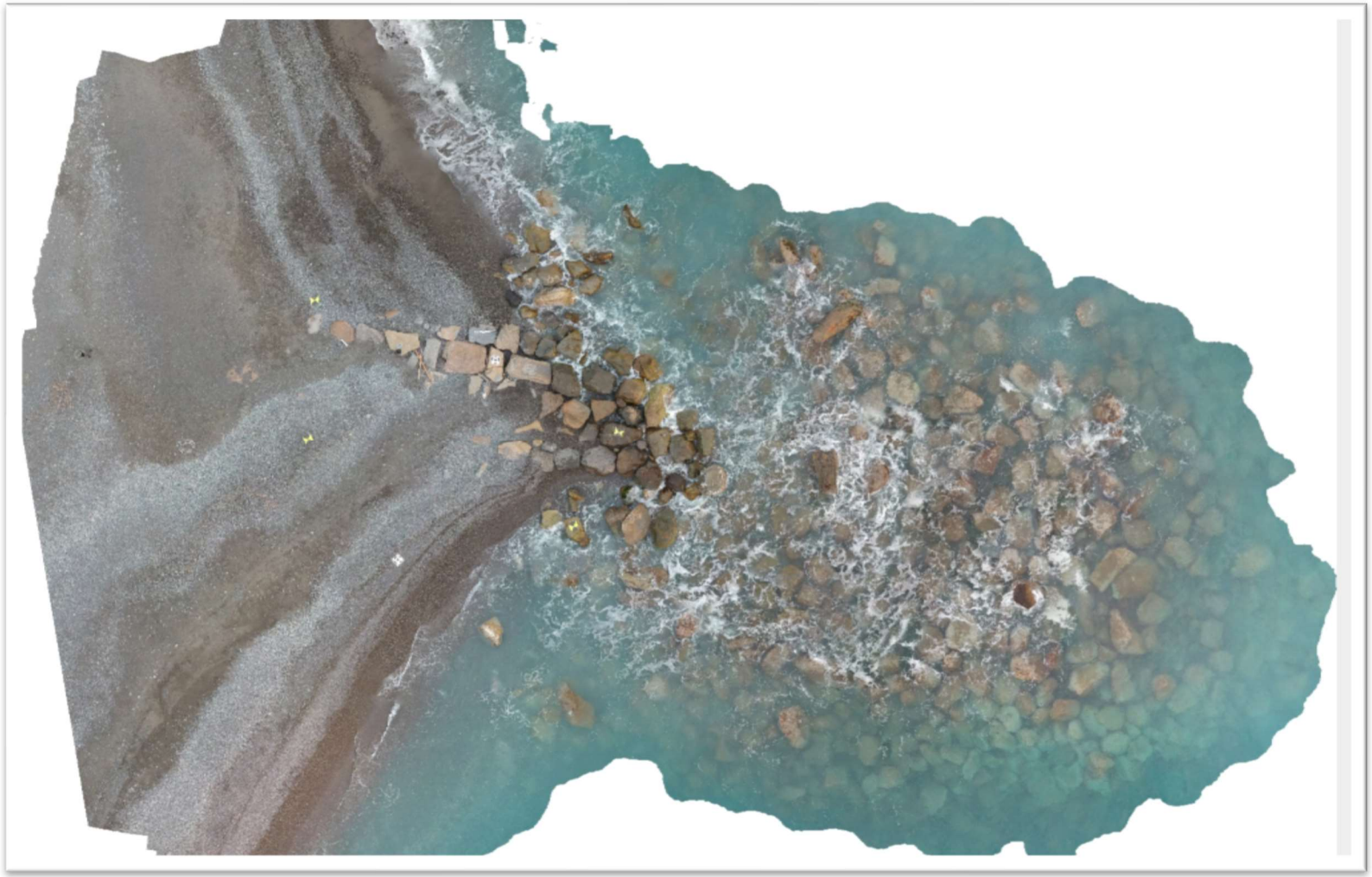


Figura 3: Ortofoto: secca semiaffiorante “Corallo New Paloma”

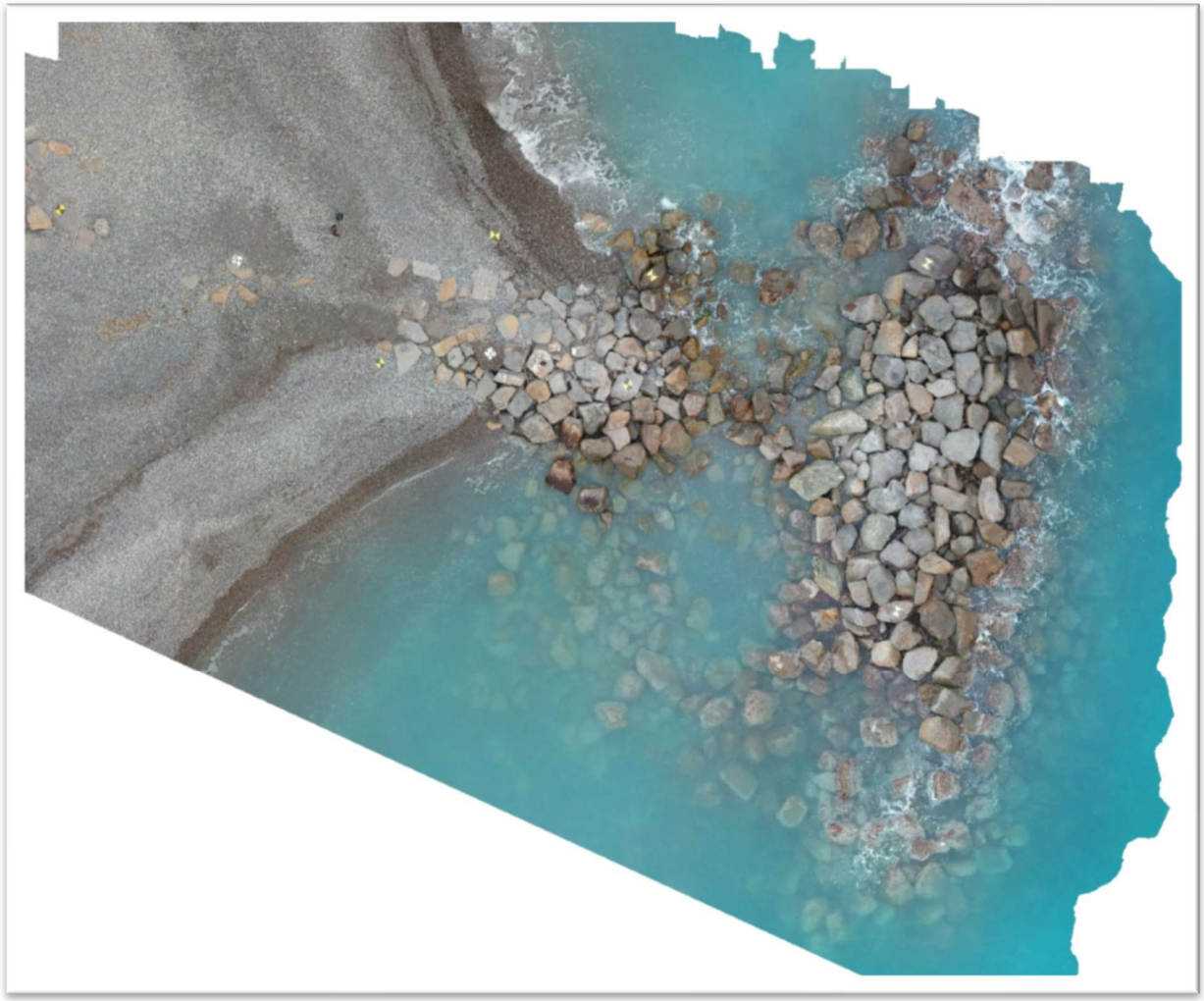


Figura 4: Ortofoto: pennello a T “Marina Beach”



Figura 5: Ortofoto: pennello “Kursaal”

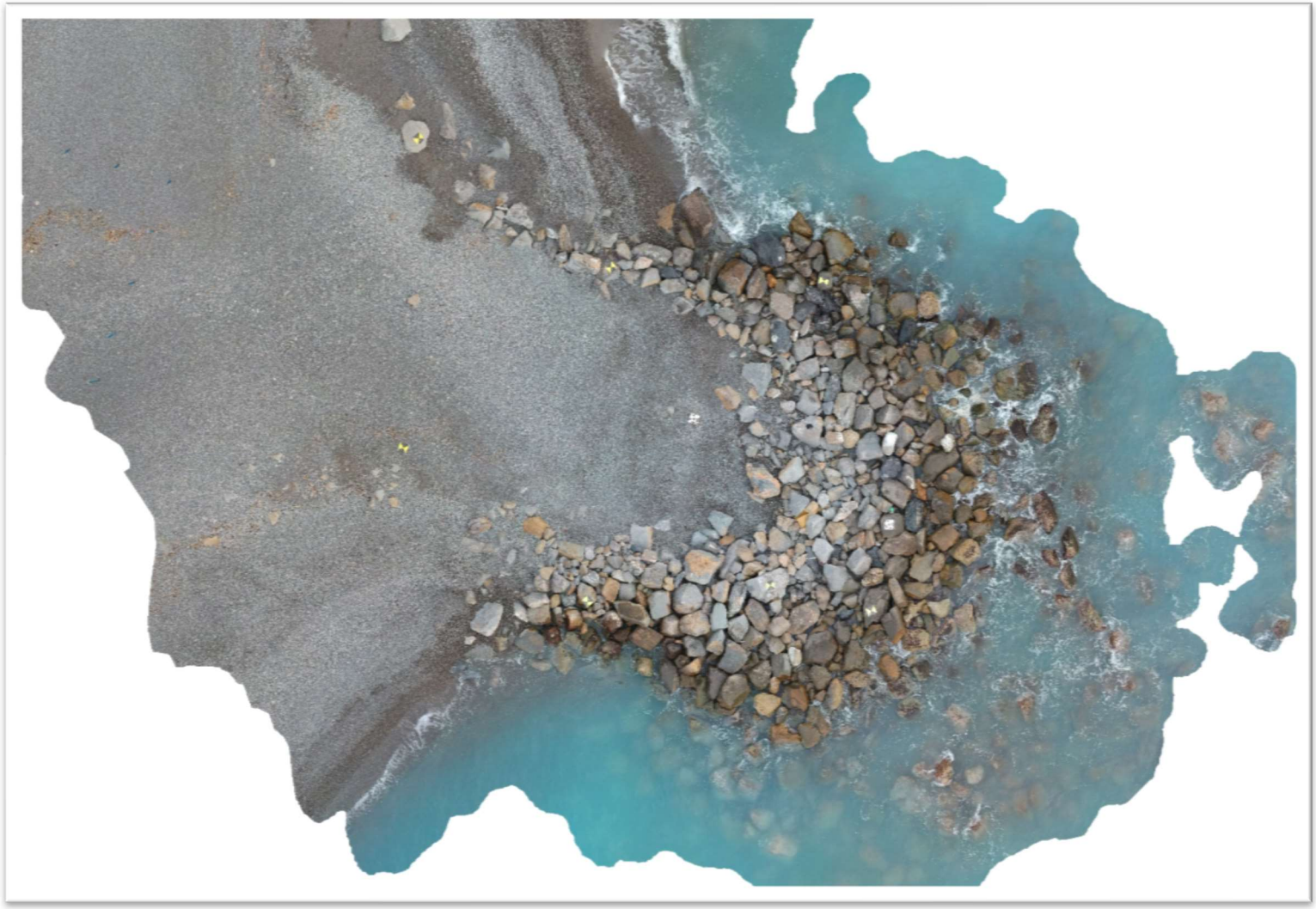


Figura 6: Ortofoto: pennello “San Marco”



Figura 7: Ortofoto: pennello “Depuratore”